

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 23 May 2001 (23.05.01)	
International application No. PCT/JP00/06037	Applicant's or agent's file reference OL90600N-P
International filing date (day/month/year) 06 September 2000 (06.09.00)	Priority date (day/month/year) 08 September 1999 (08.09.99)
Applicant HOMMA, Hiroyuki et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

28 March 2001 (28.03.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:
2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Maria Kirchner Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 3 月 15 日 (15.03.2001)

PCT

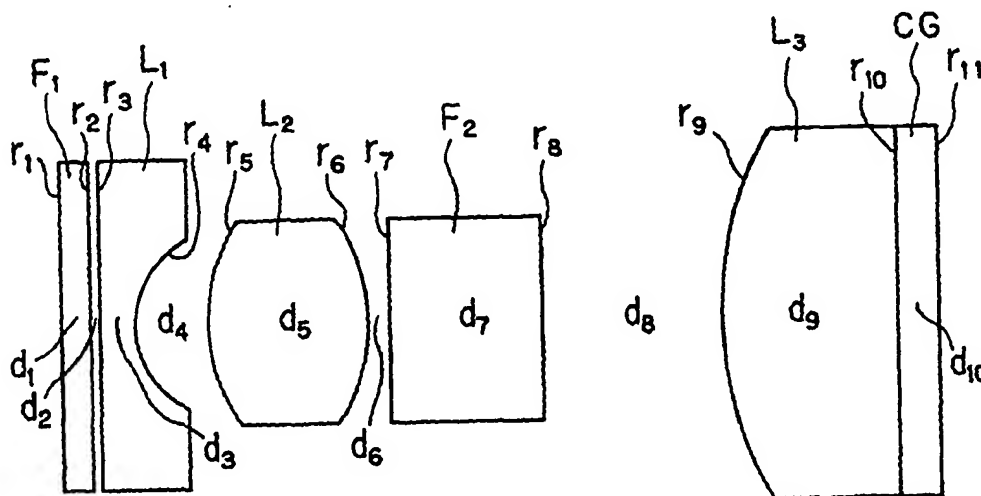
(10) 国際公開番号
WO 01/18585 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 23/26, 23/24, (72) 発明者; および
A61B 1/00, 1/04, H04N 5/225, 5/335 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本間 博之
(21) 国際出願番号: PCT/JP00/06037 (HOMMA, Hiroyuki) [JP/JP]. 金野 さやか (KONNO,
(22) 国際出願日: 2000 年 9 月 6 日 (06.09.2000) Sayaka) [JP/JP]; 〒192-0023 東京都八王子市久保山町
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 荻澤 弘, 外(NIRASAWA, Hiroshi et al.); 〒
(26) 国際公開の言語: 日本語 110-0005 東京都台東区上野3丁目16番3号 上野鈴木
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US. ビル7階 梓特許事務所 Tokyo (JP).
特願平11/254448 1999 年 9 月 8 日 (08.09.1999) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリン
パス光学工業株式会社 (OLYMPUS OPTICAL CO.,
LTD.) [JP/JP]; 〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目
43番2号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PICKUP OPTICAL SYSTEM FOR ENDOSCOPE

(54) 発明の名称: 内視鏡撮像光学系



(57) Abstract: An optical system for an endoscope producing a good endoscopic image constantly by eliminating conventional drawbacks that the quality of image is degraded by higher density incident to finer pixel pitch of a solid state image sensor or conventional arrangement of the objective-ended optical element in an optical system of short focal length or large F-number diagnosis is disturbed. An image pickup unit comprising a monochromatic high-density solid-state image sensor having an average pixel pitch is disturbed. An image pickup unit comprising a monochromatic high-density solid-state image sensor having an average pixel pitch $(H+V)/2$ of $4.65 \mu\text{m}$ or less of the pixel pitch H in the horizontal direction and the pixel pitch V in the vertical direction with respect to the monitor scanning line or an interline-type color high-density solid-state image sensor having an average pixel pitch of $3.1 \mu\text{m}$ or less is characterized in that the volume V_1 of an air layer between the parallel plate (F1) closest to the object and the planoconcave negative lens of an image pickup optical system satisfies the relation: $V_1 < 4\text{mm}^3$.

[続葉有]

明 細 書

内視鏡撮像光学系

技 術 分 野

本発明は、電子撮像素子に像を形成する内視鏡撮像光学系に関し、特に、高密度固体撮像素子を用いた電子カメラ及び内視鏡において画質が乱れかきない良好な画像が得られる電子撮像光学系に関するものである。

背 景 技 術

挿入部を体腔内等に挿入し体腔内等を検診、治療する手段として、先端部に固体撮像素子（以下、CCD）を内蔵した電子内視鏡が広く用いられている。

単板式電子内視鏡の撮像方式には、

モノクロCCDを用いて、被写体にR・G・B光と順次に光を照射して、被写体からの反射光を撮像する面順次方式、

カラーCCDを用いた、原色又は補色フィルターによって撮像する同時方式、の2つがある。

水平方向に白黒の矩形波パターンを有する被写体において、白黒の1組を分離していることを識別するのに必要な画素数は、通常以下のように考えられる。

モノクロCCDを用いたとき、最低限必要な画素数は2画素であり、

多くの電子内視鏡で使われているインターラインタイプの補色カラーフィルターを用いたカラーCCDを用いたとき、最低限必要な画素数は3画素である。

したがって、モノクロCCDにおける1画素、カラーCCDにおける1.5画素は、上記から水平方向において最小の画像1つを作り出すために必要な最小単位である考えることができる（以下、CCDの水平方向の1画像をつくる最小単

位画素)

近年、CCDの画素ピッチの小型化により高密度化が進み、従来の $8\mu\text{m}$ 若しくはそれ以上の画素ピッチでは見ることでできなかった非常に細かい部分まで観察できる高画質な内視鏡が実現されている。その反面、従来では診断の妨げにならない撮像光学素子のキズや欠けや異物の付着でも、高分解能な画質であるために微細なキズや欠けや異物の付着が診断の妨げとなり問題となる。

またさらに、内視鏡撮像光学系において光学系が大きくならずに、焦点距離が小さくなるか又はFナンバーが大きくなれば、CCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素に入射する光束が従来以上に細くなり、今まででは問題とならなかった対物光学素子のキズや欠けや異物の付着でも、診断の妨げとなり問題となる。

上記のようなキズや欠けや異物の付着が撮像光学素子内にあることによる画質を乱す原因の中で、撮像光学系の最も物体側の光学素子による3つの要因が頻繁に問題視される。

要因1は、撮像光学系の最も物体側の光学素子の像面側表面の曇りによる画質の劣化である。内視鏡を体腔内に挿入したとき、内視鏡撮像光学系の最も物体側の光学素子表面（以後、観察窓）に体腔内の内容物や粘液等が付着し明視を妨げる場合がある。これを内視鏡先端部の洗浄用のノズルから洗浄水を送り観察窓の付着を流すが、洗浄水が体内温度で温められている観察窓に対して低いために、撮像光学系の最も物体側の光学素子像面側表面が結露し、その光学素子の曇りにより良好な画像を得ることができなくなる。特開平5-281492号では、図12に示すような撮像光学系の最も物体側の光学素子1とその次に物体側の光学素子2の接合部3を気密に封止し、最も物体側も光学素子1とその次に物体側の光学素子2の間の空気層に水蒸気が侵入することを防ぐことによって曇りを防止する手段が記載されている。ところが、先端及び第2光学素子を気密を狙って接着をすると毛細管現象によって接着剤がCCDに入射する光線が張る光束の内側（以下、視野内）に入りフレアーの原因となり問題となる。従来これらの問題発生時には、撮像光学系及び撮像部を取り出して修理していたため、修理費用がか

かり問題となっていた。

要因2は、観察窓物体側表面に水が付着することによる画質の劣化である。内視鏡には図13に示すように対物光学系6、照明光学系7、ノズル5が搭載されている。観察窓物体側表面に付着した汚れをノズル5からの洗浄水によって落とし、ノズル5からの送気で洗浄水を吹き飛ばす。ところが、撮像光学系の最も物体側の光学素子の周りに施される接着剤が、送気によって洗浄水や異物を吹き飛ばす際に、邪魔されて、洗浄水等がすべて流れずに観察窓上の周辺に水滴が残る明視を妨げる（以下、水切れが悪い。）。この水切れの悪さを改善するために、特開平2-129613号のように撥水性コートを観察窓に被着するものがあるが、医療用内視鏡においては消毒・滅菌等過酷な使用環境を経なければならないため、このような撥水性コートではレンズから剥がれる可能性が高く、継続的には使えない。さらに、CCDの画素ピッチが小さくなる昨今、CCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素に入射する光束が従来以上に細くなり、観察窓物体側表面上に付着している異物が目立ちやすい中で、水切れの悪さによって明視を妨げる傾向が強かった観察窓の周辺部の光束はさらに細くなることによって、今まで問題とならなかった観察窓物体側表面上の周辺に残る小さな水滴も診断の妨げとなり問題となる。

要因3は、観察窓物体側表面のキズや欠けによる画質の劣化である。病院内等で内視鏡を持ち運ぶときなどに、誤ってぶつけて観察窓にキズや欠けが入ってしまう。CCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素に入射する光束が、従来のような画素ピッチ8 μ m程度のもの、又はそれ以上のものでは診断に問題にならなかった微細なキズや欠けでも、画像が高分解能であるために目立ち診断の妨げとなり問題となる。

これらは、内視鏡撮像光学系のような小さい光学系において焦点距離が2.2mm以下やFナンバーが3.5以上であるとき、上に記した理由より微細なキズや欠けがより目立つ。

発 明 の 開 示

本発明は、固体撮像素子の画素ピッチの小型化に伴う高密度化や焦点距離の短い光学系やFナンバーの大きい光学系における撮像先端光学素子の従来の構成が原因となって画質が乱れるため診断に支障をきたしていた従来の欠点を解消し、常に良好な内視鏡画像が得られる内視鏡を提供することを目的とするものである。検診や治療のために体腔内に挿入される電子内視鏡は、異常部等を確実に映し出すような高画質を達成することが必要である。

本発明の第1の内視鏡撮像光学系は、モニター走査線に対して水平方向の画素ピッチHと垂直方向の画素ピッチVの平均画素ピッチ $(H+V)/2$ が $4.65 \mu\text{m}$ 以下のモノクロ高密度固体撮像素子、又は、 $3.1 \mu\text{m}$ 以下のカラー高密度固体撮像素子を用いた撮像装置において、

撮像光学系の最も物体側とその像側方向直後の第2光学素子の間の空気層の体積 V_1 が、

$$V_1 < 4 \text{ mm}^3 \quad \dots (1)$$

を満たすことを特徴としている。

この第1の構成の作用を説明すると、撮像光学系の最も物体側の光学素子とその次に物体側の第2光学素子の間にある空気層体積 V_1 が大きいと、その空気層中の湿気によって撮像光学系の最も物体側の光学素子像面側表面に結露を生じる。CCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素がそれぞれ、モノクロCCDにおける1画素が $4.65 \mu\text{m}$ 、カラーCCDにおける1画素が $3.1 \mu\text{m}$ 以下のような高分解能な画像では、結露する水滴が非常に細かいものであっても、診断の妨げになる。そこで、本発明の第1の構成のように最も物体側の光学素子とその次に物体側の第2光学素子の間にある空気層体積を 4 mm^3 以下と小さくすれば、結露が最小限に抑えられるために効果的となる。

さらに、空気層体積を 3 mm^3 以下、さらに 2 mm^3 や 1 mm^3 以下とするとなおよい。また、撮像光学系の最も物体側の光学素子の像側表面から像側方向直後の第2光学素子物体側表面までの光軸における間隔 d が以下の条件

$$d < 1 \text{ mm} \quad \dots (2)$$

を満たし、また撮像光学系の最も物体側の光学素子が像側に凹面を持つ（負）レ

レンズ、又は、平行平板に平凹レンズを貼り合わせたものであるときに、その凹面側の略球面状に掘られている部分の体積（以下、球欠体積） V_2 が以下の条件

$$V_2 < 1.5 \text{ mm}^3 \quad \dots (3)$$

を満たすとよい。

それは、上記と同様に空気層の体積が小さいとよいことと、また先端光学素子として、像面側に（負の）凹レンズ又は平行平板のカバーガラスに平凹レンズとした構成にすると、内視鏡の撮像光学系として適当である広角な画角が得られやすいためであると同時に、式（２）のように上記空気層の体積を小さくするために間隔 d を小さくしても、球欠体積は式（３）を満たせば、内視鏡先端光学素子の外径を小さく保ちながら球欠体積を小さくして、画角を広角にしやすい。これはさらに、 V_2 を 1 mm^3 としたり、間隔 d を 0.7 mm 、 0.5 mm と短くするとさらに空気層が小さくなり曇りに対して効果的である。

さらに、最も先端の光学素子が、物体側から順に、平面、像面側に凹面の形状の負レンズであるとなおよい。

それは、最も先端の光学素子の物体側の面を平面にすることによって、内視鏡先端の面に対して同面となり、キズ等が付きにくく、かつ水等が乗りにくい構造になるためである。

さらに、撮像光学系の焦点距離 2.2 mm 以下であると、上記構成はさらに効果的になる。それは、内視鏡撮像光学系のような小型の光学系において、焦点距離の短い光学系になるとＣＣＤの水平方向の１画像をつくる最小単位画素に入射する光束が細くなるために、曇りに対して弱い構造になるためである。

さらに、撮像光学系のＦナンバーが 3.5 以上であると、上記構成はさらに効果的になる。それは内視鏡撮像光学系の被写界深度が深くとれるために、Ｆナンバーの大きな光学系が望ましい。しかし、Ｆナンバーが大きくなるとＣＣＤの水平方向の１画像をつくる最小単位画素に入射する光束径が細くなるために、曇りに対して弱い構造になるためである。

本発明の第２の内視鏡撮像光学系は、モニター走査線に対して水平方向の画素ピッチ H と垂直方向の画素ピッチ V の平均画素ピッチ $(H+V)/2$ が 4.65

μm 以下のモノクロ高密度固体撮像素子、又は、3. $1\mu\text{m}$ 以下のカラー高密度固体撮像素子を用いた撮像装置において、撮像光学系の最も物体側の光学素子の物体側表面の観察窓中心から端までの長さ ϕ 、前記光学素子の物体側表面の対物光学系の光軸から視野内光線の最大光線高を h としたときに、観察窓の光線高に対する端までの余裕量 $Y(=\phi-h)$ は、以下の条件

$$1. \quad 0\text{ mm} < \phi < 3.5\text{ mm} \quad \dots (4)$$

$$0.12\text{ mm} < Y < 0.6\text{ mm} \quad \dots (5)$$

を満たすことを特徴とするものである。

この第2の構成の作用を説明すると、観察窓物体側上に水滴等が乗っている際、観察窓と枠との間の接着剤が多少凸凹しているために、ノズルによる送気としても、観察窓物体側表面上に乗っている水滴が飛ばされきれずに観察窓周辺部、すなわち出力画像上周辺部に残り、出力画像の周辺部に水滴が見えて診断の妨げとなることがある。

そのような水切れの悪い、観察窓物体側表面の周辺上に細かい水滴等が残っているときに、CCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素がそれぞれモノクロCCDにおける1画素が $4.65\mu\text{m}$ 、カラーCCDにおける1画素が $3.1\mu\text{m}$ 以下のような高分解能な画像では、従来使用してきたもの以上に水滴が目立ち、診断の妨げとなる。

そこで、撮像光学系の最も物体側の光学素子の物体側表面の観察窓中心から端までの長さを(4)式のように大きくし、観察窓の視野内最大光線高を低くし、観察窓の視野内最大光線高 h と光学素子縁までの余裕 Y を(5)式のようにとることで、接着剤と光学素子縁との間に水が付着しても、視野内には水滴が溜りにくくなり、水による光線が蹴られることがなくなる構造になる。

ここで、 ϕ と h を次のように定義する。

撮像光学系の最も物体側の光学素子が、物体側から見て円形であるときは、撮像光学系の最も物体側の光学素子の物体側表面上において、観察窓中心から端までの長さ、すなわち半径を ϕ とし、視野内光線の中最大像高に結像する最大光線高を h とすると、観察窓の光線高に対する端までの余裕量 Y は、 $Y=\phi-h$

となる。

次に、撮像光学系の最も物体側の光学素子が、物体側から見て円形の光学素子の周辺の一部を直線で1箇所又は数箇所切断したものであるときも、上記 ϕ と h と同様とする(図17(a))。

また、撮像光学系の最も物体側の光学素子が、物体側から見て四角形、又は、その四角形の角を面取りをしたような多角形であるときは、次のように2通りを考え選択することが必要である。

観察窓物体側表面において、観察窓の長辺方向における像高の最も高い位置に結像する最大光線高を h とし、その方向における光軸から観察窓端までの距離を ϕ とする(図17(b))、

又は、

観察窓において光軸から観察窓端までの距離が一番短い所までの距離を ϕ 、その方向における視野内最大光線を h とする(図17(c))ときに、

観察窓の光線高に対する端までの余裕量 $Y = \phi - h$ は、余裕量 Y の小さくなる方の ϕ 及び h の値を使う。

さらに撮像光学系の焦点距離2. 2mm以下であると、上記構成はさらに効果的になる。それは、内視鏡撮像光学系のような小型の光学系において、焦点距離の短い光学系になるとCCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素に入射する光束が細くなるために、水切れの良さに対して弱い構造になるためである。

さらに、撮像光学系のFナンバーが3. 5以上であると、上記構成はさらに効果的になる。それは内視鏡撮像光学系の被写界深度が長くとれるために、Fナンバーの大きな光学系が望ましい。しかし、Fナンバーが大きくなるとCCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素に入射する光束径が細くなるために、水切れの良さに対して弱い構造になるためである。

本発明の第3の内視鏡撮像光学系は、モニター走査線に対して水平方向の画素ピッチ H と垂直方向の画素ピッチ V の平均画素ピッチ $(H + V) / 2$ が4. 65 μm 以下のモノクロ高密度固体撮像素子、又は、3. 1 μm 以下のカラー高密度固体撮像素子を用いた撮像装置において、撮像光学系の最も物体側の光学素子の

ヌーブ硬さが800以上の材質を用いたことを特徴とするものである。

ただし、ヌーブ硬さとは、試料の平面研磨面にダイヤモンド菱形圧子（対稜角 $172^{\circ}30'$ と 130° ）を0.98N（0.1Kgf）の荷重をかけ15秒間押し付け、くぼみをつけたとき、次式によって算出される量である。

$$\text{ヌーブ硬さ} = 1.451 F / l^2$$

F：荷重（N）

l：長い方の対角線の長さ（mm）

この第3の構成の作用を説明すると、撮像光学系の最も物体側の光学素子のヌーブ硬さ800以上である材質は、従来使われている光学ガラスに比べ硬い材質なために、誤ってぶつける程度の衝撃では撮像光学系の最も物体側の光学素子にキズや欠けは入らない。したがって、小さい画素ピッチの高分解能な画像で微細なキズや欠けでも映し出され診断等の妨げとなっていたものも、キズ欠け防止により問題が解消できる。これは、CCDの水平方向の1画像をつくる最小単位画素の大きさがモノクロCCDの画素ピッチが $4\mu\text{m}$ 、さらに $3\mu\text{m}$ となることで、カラーCCDにおいては画素ピッチ $2\mu\text{m}$ となることでより一層の効果が現れる。

また、本発明では、撮像光学系の焦点距離が2.2mm以下であるときに、撮像光学系の最も物体側の光学素子に上記光学素子を用いるとなおよい。これは例えば内視鏡の撮像対物光学系として適当な仕様をもつ光学系で、画素ピッチが小さくなり光学素子も小型化されてくると、焦点距離がより短い光学系となる傾向であるために、上記固体撮像素子の画像をつくる最小単位内に入射する光束が細くなり、特に明るさ絞りに離れた最も物体側の光学素子では光束が細くなる。したがって、焦点距離の短い光学系では特に効果的であり、焦点距離が2mm、1.5mm、1mm、さらに0.7mmと短くなると、より上記素子を用いる光学系の効果が現れる。

また、本発明ではFナンバーが3.5以上であるときに、撮像光学系の最も物体側の光学素子に上記光学素子を用いるとなおよい。Fナンバーが大きい光学系は、光束が細いために同様にキズ欠けが目立ちやすいことより、効果的である。

また、本発明では撮像光学系の最も物体側の光学素子から順に、平面、像面側に凹面の形状の負レンズにするとよい。内視鏡の視野角は通常 100° 以上の広角な光学系で構成されているために、撮像光学系の最も物体側の光学素子を平行平板としてしまうと、図11(b)のように固体撮像素子9の有効な撮像範囲10(有効イメージエリア)に入射する光線が張る光束において観察窓に描く視野内範囲8の面積が大きくなる。その結果、先端光学素子の外径が大型し内視鏡先端部の外径が大きくなる。そこで、図11(a)のように先端光学素子を平凹レンズとしてやれば視野内光線が描く面積が小さくなり、内視鏡の細径化が可能となる。

また、本発明は撮像先端光学素子の材質がサファイアであるとよい。サファイアガラスを用いれば、ヌーブ硬さが1370と極端に硬く、ダイヤモンド等、ほんの数種類の物質によってのみキズをつけられるだけであり、より効果的となる。

図面の簡単な説明

- 図1は実施例1の電子カメラの光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図2は実施例2の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図3は実施例1の内視鏡の先端のレイアウトを示す図である。
- 図4は実施例3の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図5は実施例3の内視鏡の先端のレイアウトを示す図である。
- 図6は実施例4の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図7は実施例5の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図8は実施例6の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図9は実施例7の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図10は実施例8の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図である。
- 図11は本発明において対物光学系の先端光学素子を平凹レンズとした場合と平行平板とした場合とを対比して示す図である。
- 図12は従来の内視鏡対物光学系の問題点を説明するための図である。

図13は従来の内視鏡対物光学系の別の問題点を説明するための図である。

図14は本発明の撮像光学系を適用した電子カメラの外観を示す前方斜視図である。

図15は図14の電子カメラの後方斜視図である。

図16は図14の電子カメラの構成を示す断面図である。

図17は ϕ と h の定義を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の撮像光学系の実施例について説明する。

(実施例1)

図1に実施例1の電子カメラの光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例1は後記の表1のようなレンズデータのものである。ただし、表中、 f は全系の焦点距離、 2ω は画角、FNoはFナンバーであり、 r_1 、 r_2 ・・・は各レンズの曲率半径、 d_1 、 d_2 ・・・は各レンズの面間及びレンズ間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} ・・・は各レンズのd-ライン(587nm)での屈折率、 ν_{d1} 、 ν_{d2} ・・・は各レンズのd-ライン(587nm)でのアッペ数を表す。以下、同じ。

実施例1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、両凸正レンズL2と、両凸正レンズL3と両凹負レンズL4の接合レンズと、平行平板のF1からF5と、CCDとから構成してある。なお、平行平板F1からF4までは光学接着剤で接着してある。また、本撮像光学系のCCDは、インターラインタイプの原色系カラーフィルターを用いた平均画素ピッチ4.5 μ mの高密度CCDである。

この撮像光学系の焦点距離は7.316mm、Fナンバー5である。ここで、この対物光学系の最も物体側のレンズL1は、ヌーブ硬さ1370の合成サファイアからなり、強い衝撃でも対物窓にキズや欠けが生じない構成となっているため、これらによる画像の乱れはない。

(実施例2)

図1に実施例2の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施

例2は後記の表2のようなレンズデータのものである。

実施例2は、物体側から順に、平行平板のガラスあるいは光学フィルターF1と、平凹負レンズL1と、ただし、これらの光学素子は、CCDの有効撮像範囲の形に合わせるためと、撮像光学系の大きさを小型化するために、四角な形をした光学素子であり、次に両凸正レンズL2と、CCDに赤外光が入射するのを防止するための平行平板のフィルターF2と、凸平正レンズL3と、CCDのカバーガラスCGとで構成してある。なお、凸平正レンズL3の像側平面とCCDカバーガラスCGは光学接着剤で接着する。

本撮像光学系で使用するCCDは、モノクロCCD、平均画素ピッチ4.6 μ mの高密度CCDである。

この撮像光学系の焦点距離は1.8 mm、Fナンバー6.8である。このとき、視野内光線の中で像高の一番高い1点に結像する光束の観察窓上での面積は、0.056 mm²と非常に小さい。

ところが、この撮像光学系の最も物体側の平行平板の光学素子F1は、ヌープ硬さ936であるZrO₂を含んだガラス(SiO₂ 43.48%、ZrO₂ 56.52%)からなり、強い衝撃に対しても観察窓にキズや欠けが生じない構造となっているために、これらによる画像の乱れはない。

また、平行平板F1と平凹負レンズL1の間で、鏡枠に囲まれた空気層の体積は0.7065 mm³である。この空気層を小さくすることによって、撮像光学系の最も物体側の光学素子の像面側の曇りが抑えられる。ここで、光学系全体が小さくなると、空気層体積を0.5 mm³以下とすることが容易となり、このようにすれば、曇り防止のさらなる効果が得ることができる。

また、撮像光学系の観察窓において、光軸から視野内光線の最大光線高hが1.25 mmであり、そのときの光軸から最大光線高方向の観察窓縁までの長さφが1.45 mm、視野内最大光線高と観察窓の縁までの余裕Yを0.2 mmとっているので、水切れの悪さによる画像の乱れは起こらないような構成になっている。

図3は、この撮像光学系を搭載する内視鏡の先端のレイアウトを示す。図示の

ように、内視鏡先端には、観察窓（対物レンズ）31と、照明窓（照明レンズ）32と、洗浄用ノズル33と、鉗子口（不図示）とがそれぞれ観察及び処置しやすいよう適当な位置にそれぞれ配置されている。ここで、観察窓31の内側の点線は、点線内側が視野内光線となり、CCDの有効撮像範囲に入射する範囲を示し、この観察窓31から入射したモニタ画像は図13のようになる。図3に示すように、モニタ画像の四隅の面取り辺対面取り辺方向延長上に相当する位置に照明窓32が位置し、モニタ出力画像の中心から出力画像の端までの長さが最長な点とモニタ画像の中心を結んだ直線を基準とし、モニタ出力画像の中心を中心として、 12° の位置に照明窓32の中心が配置されている。

さらに、観察窓31中心と照明窓32中心を結んだ線分上で観察窓31の外周と交わる部分に黒色の接着剤が $\pm 1\text{ mm}$ の範囲で盛られている。

（実施例3）

図4に実施例3の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例3は後記の表3のようなレンズデータのものである。

実施例3は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、平行平板F1と、両凹正レンズL2と、CCDに赤外光が入射するのを防止するための平行平板のフィルタF2と、凸平正レンズL3と、CCDのカバーガラスCGとで構成されている。なお、凸平正レンズL3の像側平面とCCDカバーガラスCGは光学接着剤で接着する。

本撮像光学系のCCDは、インターラインタイプの補色系カラーフィルターを用いたカラーCCD、平均画素ピッチ $2.8\text{ }\mu\text{m}$ の高密度CCDである。

この撮像光学系の焦点距離は 1.539 mm 、Fナンバーは5.6である。このとき、視野内光線の中で像高の一番高い一点に結像する光束の面積は 0.077 mm^2 と小さい。

ここで、最も物体側の平凹負レンズL1は、ヌーブ硬さ1380のサファイアであるためにキズの強い構造であり、最も物体側のレンズL1と平行平板F1との間の空気層体積は 1 mm^3 と、曇り防止構造である。

ここで、球欠体積 V_2 は 0.78 mm^3 であり、最も物体側の光学素子L1の

像側から像側方向直後の第2光学素子F1の物体側表面までの光軸上の間隔 $d = 0.6\text{ mm}$ である。

また、撮像光学系の観察窓において、光軸から視野内光線の最大光線高が 1.21 mm であり、そのときの観察窓中心から最大光線高方向の観察窓縁までの長さ ϕ が 1.34 mm 、視野内最大光線高と観察窓の縁までの余裕 Y を 0.13 mm とっているため、水切れの悪さによる画像の乱れは起こらないような構造になる。

図5はこの撮像光学系を搭載する内視鏡の先端レイアウトを示す。ここで、実施例2と同様に、観察窓31の内側の点線は、点線内側が視野内光線となり、CCDの有効撮像範囲に入射する範囲を示し、この観察窓31から入射したモニタ画像は図13のようになる。このように、モニタ画像の対辺方向延長上に相当する位置に照明窓を配置し、モニタ出力画像の中心から出力画像の端までの長さが最長な点とモニタ中心を結んだ直線を基準とし、出力画像中心を中心として、一方の照明窓（照明レンズ）32の中心を 20° の位置に、他方の照明窓（照明レンズ）32の中心を 40° の位置に配置している。

さらに、観察窓31中心と照明窓32中心を結んだ線分上で観察窓31の外周と交わる部分に黒色の接着剤が $\pm 0.7\text{ mm}$ の範囲で盛られている。

（実施例4）

図6に実施例4の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例4は後記の表4のようなレンズデータのものである。

実施例4は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、平行平板F1と、両凸正レンズL2と、CCDに赤外光が入射するのを防止するための平行平板のフィルタF2と、凸平正レンズL3と、CCDのカバーガラスCGとで構成してある。なお、凸平正レンズL3の像側平面とCCDカバーガラスCGは光学接着剤で接着する。

本撮像光学系に使用するCCDは、インターラインタイプの補色系カラーフィルターを用いたカラーCCD、平均画素ピッチ $2.5\text{ }\mu\text{m}$ の高密度CCDである。

この撮像光学系の焦点距離は0.6629mm、Fナンバー4.6である。このとき、視野内光線の中で像高の一番高い1点に結像する光束の面積は0.02mm²と小さい。ここで、最も物体側の平凹レンズL1は、ヌーブ硬さ1380のサファイアであるためにキズに強い構成であり、最も物体側のレンズL1と平行平板F1との間の空気層体積は0.1mm³と、曇り防止構造である。

ここで、球欠体積 V_2 は0.08mm³であり、最も物体側の光学素子L1の像側から像側方向直後の第2光学素子F1の物体側表面までの光軸上の間隔 $d=0.284$ mmである。

また、撮像光学系の観察窓において、光軸から視野内光線の最大光線高 h が0.69mmあり、そのときの観察窓中心から最大光線高方向の観察窓縁までの長さ ϕ が0.84mm、視野内最大光線高と観察窓の縁までの余裕 Y を0.15mmとっているので、水切れの悪さによる画像の乱れは起こらないような構造になっている。

(実施例5)

図7に実施例5の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例5は後記の表5ようなレンズデータのものである。

実施例5は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、明るさ絞リSと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と凸平正レンズL4の接合レンズと、CCDのカバーガラスCGとで構成してある。本撮像光学系に使用するCCDは、インターラインタイプの補色系カラーフィルターを用いたカラーCCD、平均画素ピッチ3 μ mの高密度CCDである。

この撮像光学系の焦点距離は1.44mm、Fナンバー5.6である。

この撮像光学系においては、最も物体側の負レンズL1とその像側に配置されている正レンズL2との光軸上の間隔 $d=0.13$ mmと小さく、負レンズL1と正レンズL2の間の空気層体積 V_1 は0.055mm³であり、最も物体側の負レンズL1の球欠体積 V_2 は0.036mm³と小さいので、曇りにくい構造になっている。

本実施例は、さらに、次の条件式を満たすことが好ましい。

$$(1) -1.5 < f_1 / f < -0.8$$

$$(2) -0.8 < R_4 / f < -0.4$$

$$(3) 0.05 < d_2 / f < 0.3$$

ただし、

f_1 : 第1レンズの焦点距離、

f : 全系の焦点距離、

R_4 : 第2レンズの像側の面の曲率半径、

d_2 : 第1レンズと第2レンズの間隔、

である。

条件式(1) ($-1.5 < f_1 / f < -0.8$ 、 f_1 : 第1レンズの焦点距離、 f : 全系の焦点距離) は、ペッツバル和の増大を抑えて小さく保ち、像面湾曲を補正するための条件である。第1レンズの負のパワーを比較的強く設定することにより、負のペッツバル量を大きく生じさせ、全系のペッツバル和が正で増大することを防止する。この条件式(1)の下限を越えると、第1レンズの負のパワーが弱くなりすぎて、上記の効果が得られない。上限を越えると、負のパワーが過度に強くなりすぎ、球面収差、及び色収差の増大を招く。

条件式(2) ($-0.8 < R_4 / f < -0.4$ 、 R_4 : 第2レンズの像側の面の曲率半径) は、球面収差をアンダー状態に保つために、第2レンズの像側の面の曲率半径に対して必要な条件である。本実施例のレンズにおいて、条件式(1)を満足しても像面湾曲が完全にゼロになるわけではない。軸上と軸外のバランス、すなわち、視野全体の像質の均一性は、像面湾曲と球面収差の量によって決まる。像面湾曲の残存する状態で球面収差をいくらゼロに近づけて軸上性能を向上させても、視野全体のバランスに欠ける。本実施例は、正レンズに比較的屈折率の低い硝材を用いるため、ペッツバル和が大きくなり、像面湾曲が大きくなりやすい。そこで、視野全体のバランスをとるために、球面収差をある程度発生させて適当にアンダー状態に保つことが必要になる。条件式(2)は、球面収差をアンダー状態に保つための条件である。この条件式(2)の下限を越えると、

曲率半径がゆるくなりすぎて、球面収差をアンダーにする効果が失われ、レンズ全体で球面収差がオーバーとなり、軸外性能とのバランスが取れなくなる。上限を越えると、逆に曲率半径がきつくなり、球面収差が、過度にアンダーとなる。

条件式(3) ($0.05 < d_2/f < 0.3$, d_2 : 第1レンズと第2レンズの間隔)は、条件式(2)と共に、球面収差量を適切に保つために、第1レンズと第2レンズの間隔に要求されるものである。本実施例では、前述のようにベッツバール和を小さくするために第1レンズの負のパワーを強めに設定する。したがって、第1レンズでは、諸収差、特に球面収差、色収差がオーバーになる。これらのオーバーな収差は、正のパワーを持つ第2レンズによって生じるアンダーの収差によって打ち消されるが、適切な打ち消し合いを生じさせるために、これら2つのレンズ間の間隔に条件式(3)が要求される。条件式(3)の範囲を外れると、前述のような適切な収差の打ち消し合いができず、球面収差、色収差等が残存し、画像の質を低下させる。また、第1レンズと第2レンズの物理的な間隔を確保する上でも、条件式(3)の下限は必要である。

(実施例6)

図8に実施例6の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例6は後記の表6のようなレンズデータのものである。

実施例6は、実施例5と同様のレンズ配置の撮像光学系の先端部に合成サファイア製カバーガラスF1を配置したものである。この撮像光学系のように、平凹負レンズL1と、その像側に配置されている正メニスカスレンズL2との光軸上の間隔が0.13mm (<1mm)と狭く、さらに、負レンズL1と正レンズL2の間に明るさ絞りSが配置されている構成の場合、明るさ絞りSより物体側に配置されている負レンズL1と合成サファイア製カバーガラスF1上の最大光線高を下げるができる。したがって、合成サファイア製カバーガラスF1の外径を、固体撮像素子の有効撮像面の最大寸法(例えば、対角寸法)に対して1.2倍以下に小さくすることができる。ここで、本撮像光学系に使用するCCDは、モノクロ、平均画素ピッチ3μmの高密度CCDである。

(実施例7)

図9に実施例7の撮像光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例7は後記の表7のようなレンズデータのものである。

実施例7は、撮像光学系の先端部に合成サファイア製カバーガラスF1を配置したものである。ここで、本撮像光学系に使用するCCDは、インターラインタイプの補色系フィルターを用いたカラーCCD、平均画素ピッチ2.5 μ mの高密度CCDである。

(実施例8)

図10に実施例8の内視鏡光学系を構成するレンズ系の断面図を示す。この実施例8は後記の表8のようなレンズデータのものである。

実施例8は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、両凸正レンズL2と、CCDに赤外光が入射するのを防止するための平行平板のフィルタF1と、両凸正レンズL3及び像側側に凸面を向けるメニスカスレンズL4が接合されている接合レンズと、平行平板F2と、CCDのカバーガラスCGとで構成してある。なお、平行平板F2の像側平面とCCDカバーガラスCGは光学接着剤で接着する。

本撮像光学系に使用するCCDは、モノクロCCD、平均画素ピッチ4 μ mの高密度CCDである。

この撮像光学系の焦点距離は1.063mm、Fナンバー3.6である。このとき、視野内光線の中で像高の一番高い1点に結像する光束の面積は0.07mm²と小さい。

また、最も物体側レンズL1と両凸正レンズL2との間の空気層体積は2.75mm³と、曇り防止構造である。

ここで、球欠体積 V_2 は0.39mm³であり、最も物体側の光学素子L1の像側から像側方向直後の第2光学素子L2の物体側表面までの光軸上の間隔 $d=0.934$ mmである。

また、撮像光学系の観察窓において、光軸から視野内光線の最大光線高 h が1.013mmあり、そのときの観察窓中心から最大光線高方向の観察窓縁までの長さ ϕ が1.245mm、視野内最大光線高と観察窓の縁までの余裕 Y を0.2

3.2mmとっているもので、水切れの悪さによる画像の乱れは起こらないような構造になっている。

以下、上記実施例1～8の光学系のレンズデータを示す。

(表1)

$$f=7.316 \quad 2\omega=42^\circ$$

$r_1 =$	24	$d_1 =$	1.6	$n_{d1} =$	1.7692	$\nu_{d1} =$	71.8
$r_2 =$	5	$d_2 =$	9.85				
$r_3 =$	7	$d_3 =$	3.2	$n_{d2} =$	1.43875	$\nu_{d2} =$	94.99
$r_4 =$	-11	$d_4 =$	0.33				
$r_5 =$	7	$d_5 =$	3.006	$n_{d3} =$	1.51633	$\nu_{d3} =$	64.14
$r_6 =$	-14	$d_6 =$	1.988	$n_{d4} =$	1.883	$\nu_{d4} =$	40.76
$r_7 =$	16	$d_7 =$	1.2				
$r_8 =$	∞	$d_8 =$	0.913	$n_{d5} =$	1.744	$\nu_{d5} =$	44.78
$r_9 =$	∞	$d_9 =$	1.615	$n_{d6} =$	1.51633	$\nu_{d6} =$	64.14
$r_{10} =$	∞	$d_{10} =$	1.254	$n_{d7} =$	1.744	$\nu_{d7} =$	44.78
$r_{11} =$	∞	$d_{11} =$	0.926	$n_{d8} =$	1.744	$\nu_{d8} =$	44.78
$r_{12} =$	∞	$d_{12} =$	0.5				
$r_{13} =$	∞	$d_{13} =$	0.7	$n_{d9} =$	1.51633	$\nu_{d9} =$	64.14
$r_{14} =$	∞	$d_{14} =$	3.5				

(表2)

$$f=1.8 \quad 2\omega=100^\circ$$

$r_1 =$	∞	$d_1 =$	0.3	$n_{d1} =$	1.8300		
$r_2 =$	∞	$d_2 =$	0.1				
$r_3 =$	∞	$d_3 =$	0.4	$n_{d2} =$	1.8830	$\nu_{d2} =$	40.76
$r_4 =$	1	$d_4 =$	0.77				
$r_5 =$	1.9	$d_5 =$	1.6	$n_{d3} =$	1.699	$\nu_{d3} =$	30.13
$r_6 =$	-1.97	$d_6 =$	0.23				

$r_7 =$	∞	$d_7 = 1.6$	$n_{d4} = 1.514$	$\nu_{d4} = 75$
$r_8 =$	∞	$d_8 = 1.84$		
$r_9 =$	4	$d_9 = 1.74$	$n_{d5} = 1.8830$	$\nu_{d5} = 40.76$
$r_{10} =$	∞	$d_{10} = 0.4$	$n_{d6} = 1.6127$	$\nu_{d6} = 58.72$

(表3)

$$f = 1.539 \quad 2\omega = 119^\circ$$

$r_1 =$	∞	$d_1 = 0.4$	$n_{d1} = 1.7692$	$\nu_{d1} = 71.8$
$r_2 =$	1	$d_2 = 0.6$		
$r_3 =$	∞	$d_3 = 0.4$	$n_{d2} = 1.51633$	$\nu_{d2} = 64.14$
$r_4 =$	∞	$d_4 = 0.14$		
$r_5 =$	2.1	$d_5 = 1.3$	$n_{d3} = 1.69895$	$\nu_{d3} = 30.13$
$r_6 =$	-2.1	$d_6 = 0.33$		
$r_7 =$	∞	$d_7 = 1.6$	$n_{d4} = 1.514$	$\nu_{d4} = 75$
$r_8 =$	∞	$d_8 = 1.32$		
$r_9 =$	3.072	$d_9 = 1.68$	$n_{d5} = 1.8830$	$\nu_{d5} = 40.76$
$r_{10} =$	∞	$d_{10} = 0.4$	$n_{d6} = 1.61272$	$\nu_{d6} = 58.72$

(表4)

$$f = 0.6629 \quad 2\omega = 146^\circ$$

$r_1 =$	∞	$d_1 = 0.19$	$n_{d1} = 1.7692$	$\nu_{d1} = 71.8$
$r_2 =$	0.47	$d_2 = 0.284$		
$r_3 =$	∞	$d_3 = 0.19$	$n_{d2} = 1.51633$	$\nu_{d2} = 64.14$
$r_4 =$	∞	$d_4 = 0.07$		
$r_5 =$	0.98	$d_5 = 0.7$	$n_{d3} = 1.69895$	$\nu_{d3} = 30.13$
$r_6 =$	-0.98	$d_6 = 0.15$		
$r_7 =$	∞	$d_7 = 0.75$	$n_{d4} = 1.514$	$\nu_{d4} = 75$
$r_8 =$	∞	$d_8 = 0.475$		

$r_9 =$	1.43	$d_9 =$	0.78	$n_{d5} =$	1.8830	$\nu_{d5} =$	40.76
$r_{10} =$	∞	$d_{10} =$	0.2	$n_{d6} =$	1.61272	$\nu_{d6} =$	58.72

(表5)

f=1.44 FNo=5.6

$r_1 =$	∞	$d_1 =$	0.6651	$n_{d1} =$	1.76920	$\nu_{d1} =$	71.90
$r_2 =$	1.2737	$d_2 =$	0.1300				
$r_3 =$	-5.0760	$d_3 =$	0.9900	$n_{d2} =$	1.49700	$\nu_{d2} =$	81.54
$r_4 =$	-0.7280	$d_4 =$	0.2300				
$r_5 =$	2.6010	$d_5 =$	0.3000	$n_{d3} =$	1.84666	$\nu_{d3} =$	23.78
$r_6 =$	1.1900	$d_6 =$	1.1700	$n_{d4} =$	1.72916	$\nu_{d4} =$	54.68
$r_7 =$	∞	$d_7 =$	0.3800				
$r_8 =$	∞	$d_8 =$	1.5000	$n_{d5} =$	1.51633	$\nu_{d5} =$	64.14
$r_9 =$	∞						

(表6)

f=1.443 FNo=5.6

$r_1 =$	∞	$d_1 =$	0.2000	$n_{d1} =$	1.76920	$\nu_{d1} =$	71.90
$r_2 =$	∞	$d_2 =$	0.1000				
$r_3 =$	∞	$d_3 =$	0.5700	$n_{d2} =$	1.51633	$\nu_{d2} =$	64.14
$r_4 =$	0.8550	$d_4 =$	0.1300				
$r_5 =$	-5.0760	$d_5 =$	0.9900	$n_{d3} =$	1.49700	$\nu_{d3} =$	81.54
$r_6 =$	-0.7280	$d_6 =$	0.2300				
$r_7 =$	2.6010	$d_7 =$	0.3000	$n_{d4} =$	1.84666	$\nu_{d4} =$	23.78
$r_8 =$	1.1900	$d_8 =$	1.1700	$n_{d5} =$	1.72916	$\nu_{d5} =$	54.68
$r_9 =$	∞	$d_9 =$	0.3800				
$r_{10} =$	∞	$d_{10} =$	1.5000	$n_{d6} =$	1.51633	$\nu_{d6} =$	64.14
$r_{11} =$	∞						

(表7)

 $f = 2.738$ $FNo = 8.038$

$r_1 =$	∞	$d_1 = 0.7000$	$n_{d1} = 1.76920$ $\nu_{d1} = 71.79$
$r_2 =$	∞	$d_2 = 0.2000$	
$r_3 =$	∞	$d_3 = 0.4000$	$n_{d2} = 1.88300$ $\nu_{d2} = 40.76$
$r_4 =$	1.0730	$d_4 = 0.8400$	
$r_5 =$	2.4060	$d_5 = 0.8400$	$n_{d3} = 1.77250$ $\nu_{d3} = 49.60$
$r_6 =$	-2.4060	$d_6 = 0.3800$	
$r_7 =$	∞	$d_7 = 0.4000$	$n_{d4} = 1.52287$ $\nu_{d4} = 59.89$
$r_8 =$	∞	$d_8 = 0.7600$	
$r_9 =$	∞	$d_9 = 0.9300$	$n_{d5} = 1.51633$ $\nu_{d5} = 64.14$
$r_{10} =$	-1.0730	$d_{10} = 0.3000$	$n_{d6} = 1.84666$ $\nu_{d6} = 23.78$
$r_{11} =$	-3.1270	$d_{11} = 2.1700$	
$r_{12} =$	5.6250	$d_{12} = 1.0000$	$n_{d7} = 1.88300$ $\nu_{d7} = 40.76$
$r_{13} =$	∞	$d_{13} = 1.0000$	$n_{d8} = 1.49400$ $\nu_{d8} = 75.00$
$r_{14} =$	∞	$d_{14} = 0.7000$	$n_{d9} = 1.76820$ $\nu_{d9} = 71.79$
$r_{15} =$	∞	$d_{15} = 0.5000$	$n_{d10} = 1.48749$ $\nu_{d10} = 70.21$
$r_{16} =$	∞		

(表8)

 $f = 1.063$ $2\omega = 131^\circ$

$r_1 =$	∞	$d_1 = 0.4483$	$n_{d1} = 1.88300$ $\nu_{d1} = 40.78$
$r_2 =$	0.7634	$d_2 = 0.9340$	
$r_3 =$	7.0411	$d_3 = 1.4944$	$n_{d2} = 1.71300$ $\nu_{d2} = 53.84$
$r_4 =$	-1.5841	$d_4 = 0.0872$	
$r_5 =$	∞	$d_5 = 0.3645$	
$r_6 =$	∞	$d_6 = 0.7721$	$n_{d3} = 1.51400$ $\nu_{d3} = 75.00$

$r_7 =$	∞	$d_7 =$	0.1245		
$r_8 =$	3.0374	$d_8 =$	1.0336	$n_{d4} =$	1.69680 $\nu_{d4} =$ 55.53
$r_9 =$	-1.3163	$d_9 =$	0.3238	$n_{d5} =$	1.84666 $\nu_{d5} =$ 23.78
$r_{10} =$	-6.8892	$d_{10} =$	0.9373		
$r_{11} =$	∞	$d_{11} =$	0.6227	$n_{d6} =$	1.51633 $\nu_{d6} =$ 64.15
$r_{12} =$	∞	$d_{12} =$	0.9340	$n_{d7} =$	1.53172 $\nu_{d7} =$ 48.91
$r_{13} =$	∞				

なお、ヌーブ硬さが800以上の光学材料としては、上記実施例であげられたサファイア、二酸化チタニウムの他に、スピネル、YAG (yttrium aluminium garnet)、ALON (aluminium oxynitride) 等を使用してもよい。

図14～図16は、本発明の撮像光学系を電子カメラの撮影光学系41に用いた構成の概念図を示す。図14は電子カメラ40の外観を示す前方斜視図、図15は同後方斜視図、図16は電子カメラ40の構成を示す断面図である。電子カメラ40は、この例の場合、撮影用光路42を有する撮影光学系41、ファインダー用光路44を有するファインダー光学系43、シャッター45、フラッシュ46、液晶表示モニター47等を含み、カメラ40の上部に配置されたシャッター45を押圧すると、それに連動して撮影用対物光学系48を通して撮影が行われる。撮影用対物光学系48によって形成された物体像が、ローパスフィルター、赤外カットフィルター等のフィルターを介してCCD49の撮像面50上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、処理手段52を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、この処理手段52にはメモリ等が配置され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、このメモリは処理手段52と別体に設けられてもよいし、フロッピーディスク等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD49に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

ファインダー用光路44上には、ファインダー用対物光学系53と、このファインダー用対物光学系53によって形成された物体像を正立させるポロプリズム

54と、接眼光学系55とが配置されており、被写体の正立正像にされた像を観察者眼球Eが観察できるようになっている。

この例においては、撮影用対物光学系48は、カバーガラスを兼ねる負レンズLNと、偏心プリズムからなり、プリズムを構成する屈折面、反射面に自由曲面、アナモルフィック面等の回転非対称面を用いている前群GFと、明るさ絞りSと、前群GFと同様に偏心プリズムからなり、プリズムを構成する屈折面、反射面に自由曲面、アナモルフィック面等の回転非対称面を用いている後群GRとからなるもので、前群GFの偏心プリズムは3面からなり、第1面は入射屈折面、第2面は射出屈折面と内部全反射面を兼用する曲面、第3面は内部反射面からなり、後群GRの偏心プリズムも3面からなり、第1面は入射屈折面、第2面は射出屈折面と内部全反射面を兼用する曲面、第3面は内部反射面からなるものである。

そして、撮影用対物光学系48の負レンズLNが、本発明に基づき、ヌープ硬さが800以上の材質、例えば合成サファイアを用いており、また、CCD49として平均画素ピッチ $(H+V)/2$ が3.1 μm 以下のインターラインタイプ高密度カラーCCDを用いている。

産業上の利用可能性

以上の説明から明らかなように、本発明の内視鏡光学系によると、キズや欠け、結露による水滴、洗浄水の水滴等による画質の乱れが生ぜず、常に良好で高画質の内視鏡画像が得られる。

請 求 の 範 囲

[1] モニター走査線に対して水平方向の画素ピッチHと垂直方向の画素ピッチVの平均画素ピッチ $(H+V)/2$ が $4.65\text{ }\mu\text{m}$ 以下のモノクロ高密度固体撮像素子、又は、 $3.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のインターラインタイプのカラー高密度固体撮像素子を用いた撮像装置において、撮像光学系の最も物体側とその像側方向直後の第2光学素子の間の空気層の体積 V_1 が、

$$V_1 < 4\text{ mm}^3 \quad \dots (1)$$

を満たすことを特徴とする内視鏡撮像光学系。

[2] 請求項1記載の内視鏡撮像光学系において、

撮像光学系の最も物体側の光学素子の像側表面から像側方向直後の第2光学素子物体側表面までの光軸における間隔 d が以下の条件

$$d < 1\text{ mm} \quad \dots (2)$$

を満たし、また、撮像光学系の最も物体側の光学素子が像側に凹面を持つレンズであるか、若しくは、平行平板に平凹レンズを貼り合わせたものであるときに、その凹面側の略球面状に掘られている部分の体積（以下、球欠体積） V_2 が以下の条件

$$V_2 < 1.5\text{ mm}^3 \quad \dots (3)$$

を満たすことを特徴とする内視鏡撮像光学系。

[3] 請求項2記載の内視鏡撮像光学系において、

最も先端の光学素子が、物体側から順に、平面、像側に向けた凹面の形状の負レンズであることを特徴とする内視鏡撮像光学系。

[4] 請求項1から3の何れか1項記載の内視鏡撮像光学系において、

撮像光学系の焦点距離 2.2 mm 以下であることを特徴とする内視鏡撮像光学系。

[5] 請求項1から3の何れか1項記載の内視鏡撮像光学系において、

撮像光学系のFナンバーが 3.5 以上であることを特徴とする内視鏡撮像光学系。

系。

[6] モニター走査線に対して水平方向の画素ピッチHと垂直方向の画素ピッチVの平均画素ピッチ $(H+V)/2$ が $4.65\mu\text{m}$ 以下のモノクロ高密度固体撮像素子、又は、 $3.1\mu\text{m}$ 以下のインターラインタイプのカラー高密度固体撮像素子を用いた撮像装置において、撮像光学系の最も物体側の光学素子の物体側表面の観察窓中心から端までの長さ ϕ 、前記光学素子の物体側表面の対物光学系の光軸から視野内光線の最大光線高を h としたときに、対物窓の光線高に対する線までの最小な余裕量 $Y(=\phi-h)$ は、以下の条件

$$1. \quad 0\text{ mm} < \phi < 3.5\text{ mm} \quad \dots (4)$$

$$0. \quad 1.2\text{ mm} < Y < 0.6\text{ mm} \quad \dots (5)$$

を満たすことを特徴とする内視鏡撮影光学系。

[7] 請求項6記載の内視鏡撮像光学系において、撮像光学系の焦点距離 2.2 mm 以下であることを特徴とする内視鏡撮影光学系。

[8] 請求項6記載の内視鏡撮像光学系において、撮像光学系のFナンバーが 3.5 以上であることを特徴とする内視鏡対物光学系。

[9] モニター走査線に対して水平方向の画素ピッチHと垂直方向の画素ピッチVの平均画素ピッチ $(H+V)/2$ が $6\mu\text{m}$ 以下のモノクロ高密度固体撮像素子、又は、 $3\mu\text{m}$ 以下のカラー高密度固体撮像素子を用いた撮像装置において、撮像光学系の最も物体側の光学素子のヌープ硬さが 800 以上の材質を用いたことを特徴とする撮像光学系。

[10] 請求項9記載の撮像光学系において、撮像光学系の焦点距離 2.2 mm 以下であることを特徴とする撮像光学系。

[11] 請求項9記載の撮像光学系において、撮像光学系のFナンバーが 3.5 以上であることを特徴とする対物光学系。

[12] 請求項10記載の撮像光学系において、最も先端の光学素子が、物体側から順に、平面、像側に向けた凹面の形状の負

レンズであることを特徴とする撮像光学系。

〔13〕 請求項11記載の撮像光学系において、

最も先端の光学素子が、物体側から順に、平面、像側に向けた凹面の形状の負レンズであることを特徴とする撮像光学系。

〔14〕 請求項9から13の何れか1項記載の撮像光学系において、

最も物体側の光学素子の材質がサファイアであることを特徴とする内視鏡光学系。

FIG. 1

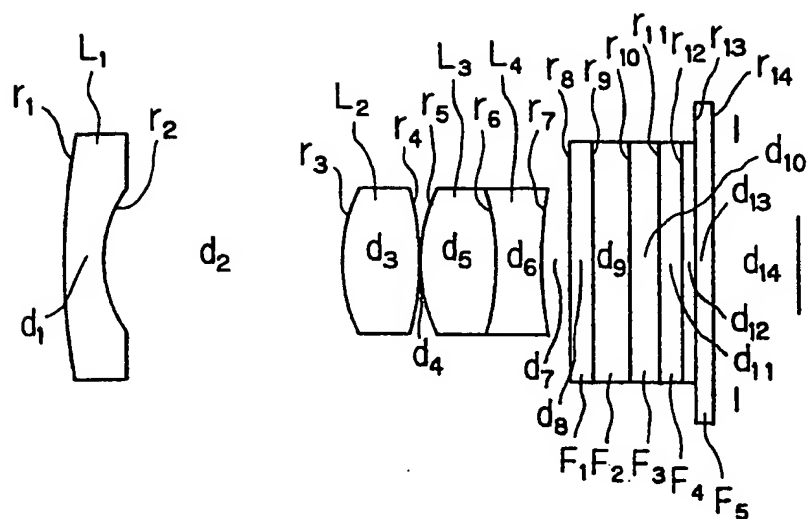


FIG. 2

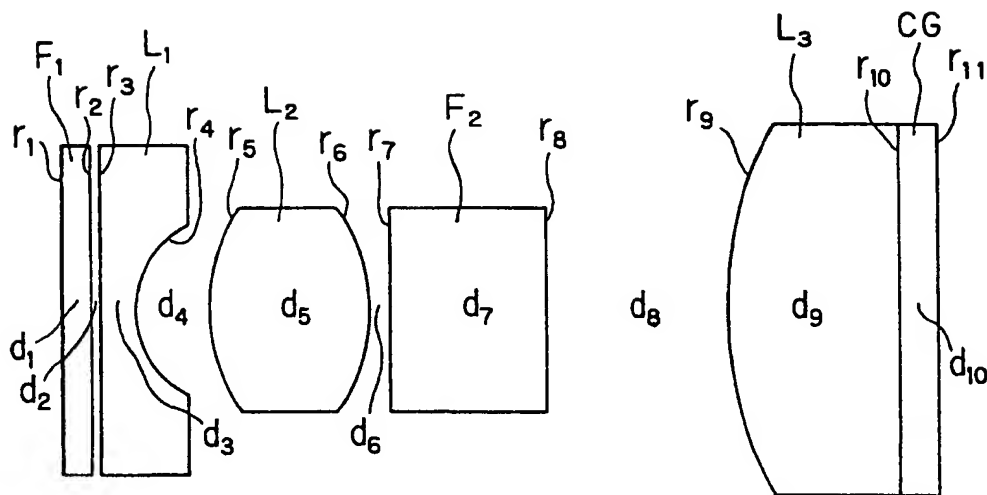


FIG. 3

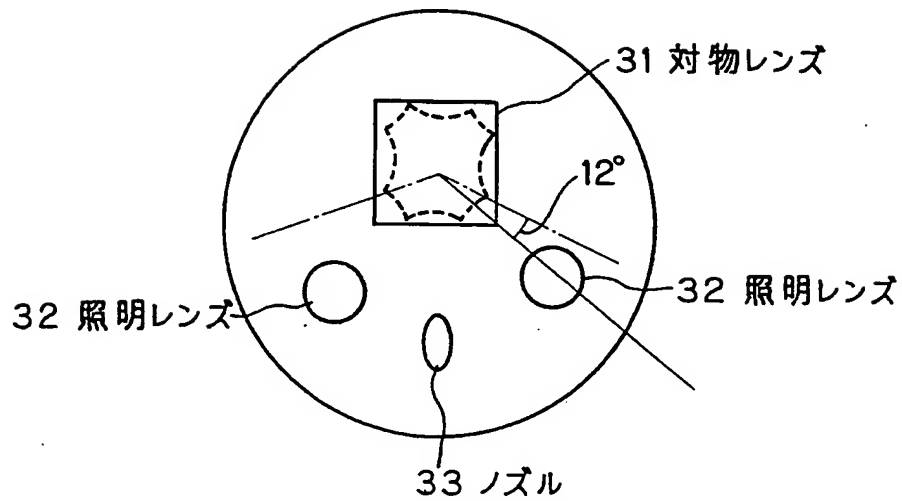


FIG. 4

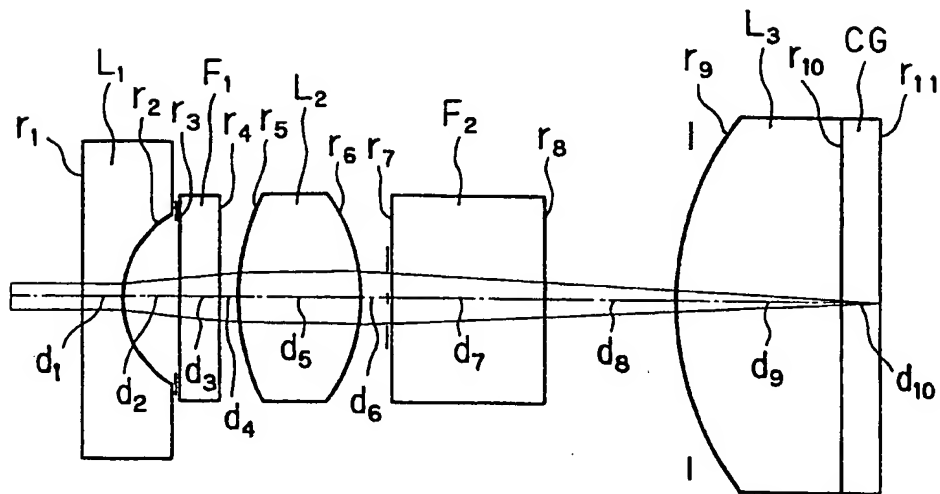


FIG. 5

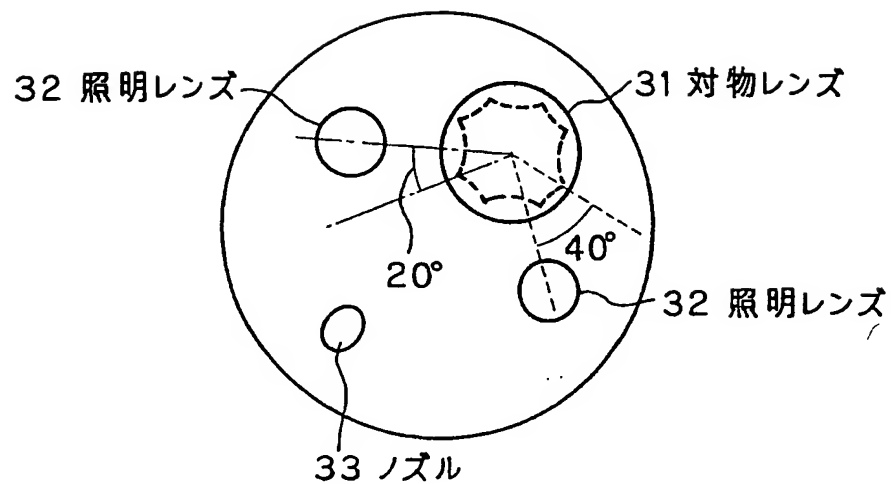


FIG. 6

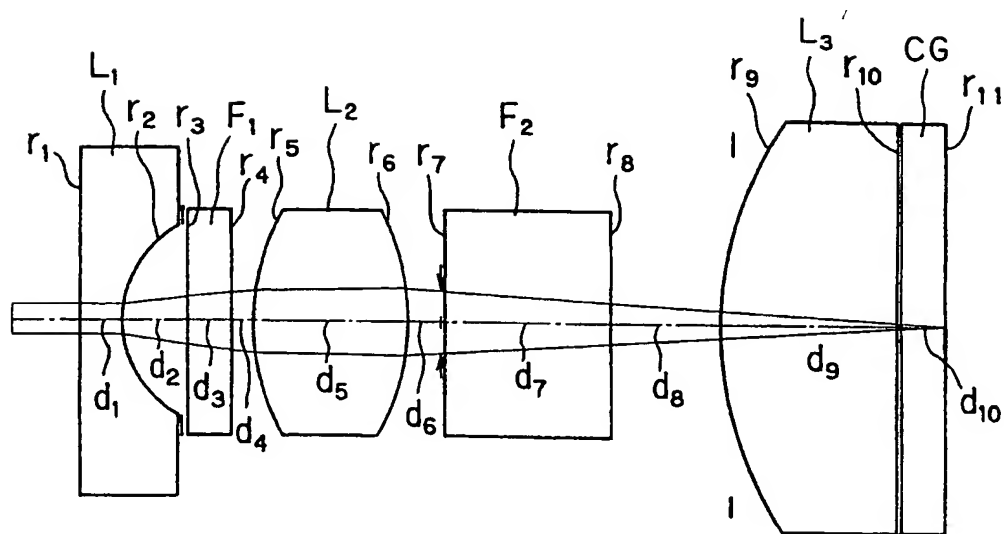


FIG. 7

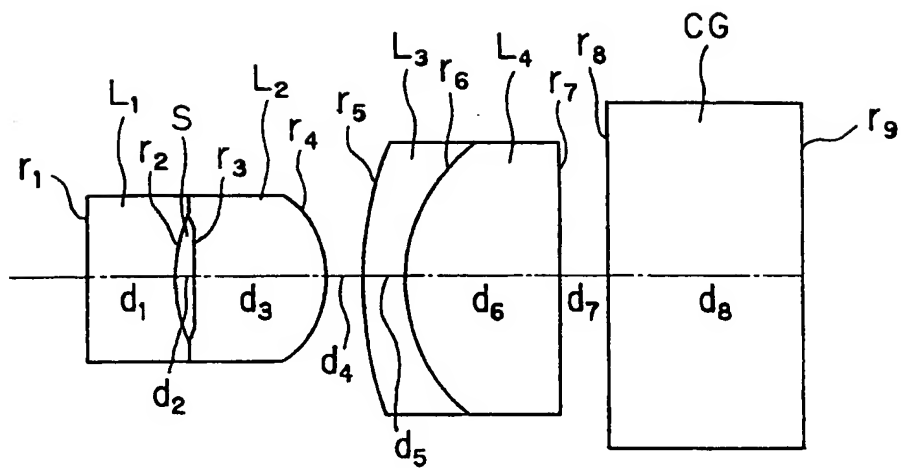


FIG. 8

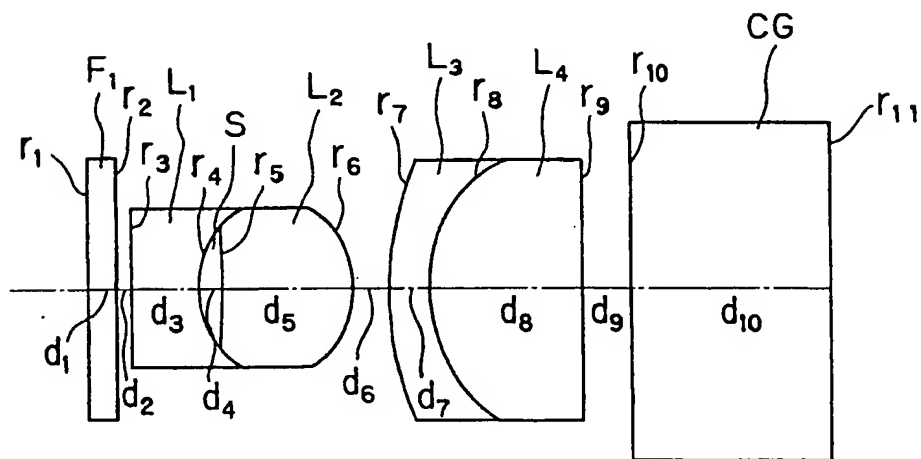


FIG. 9

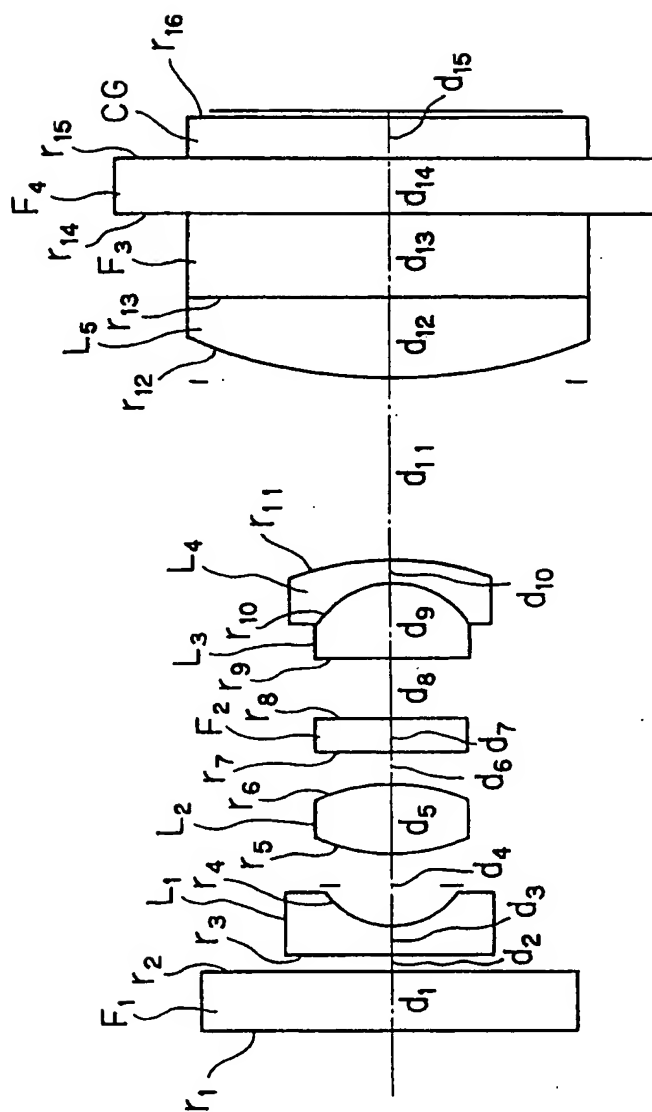


FIG. 10

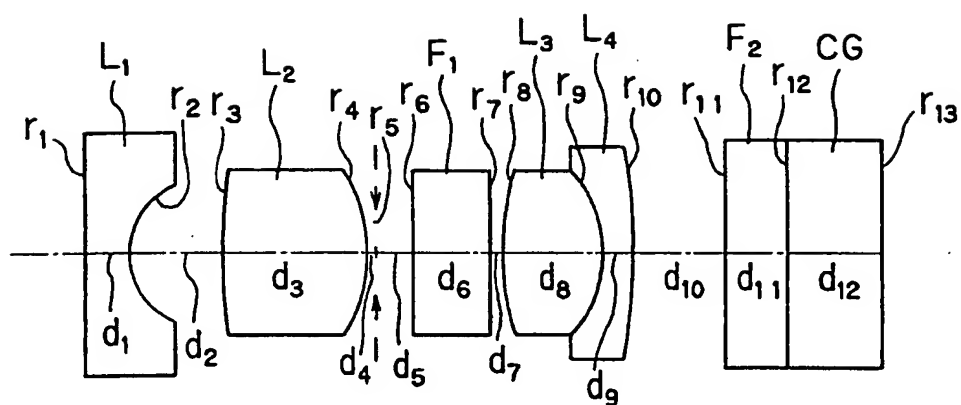


FIG. 11

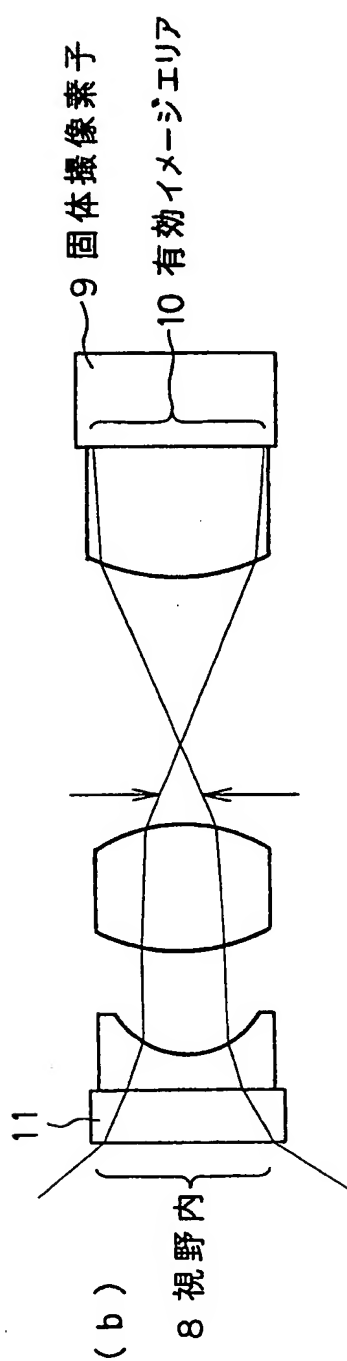
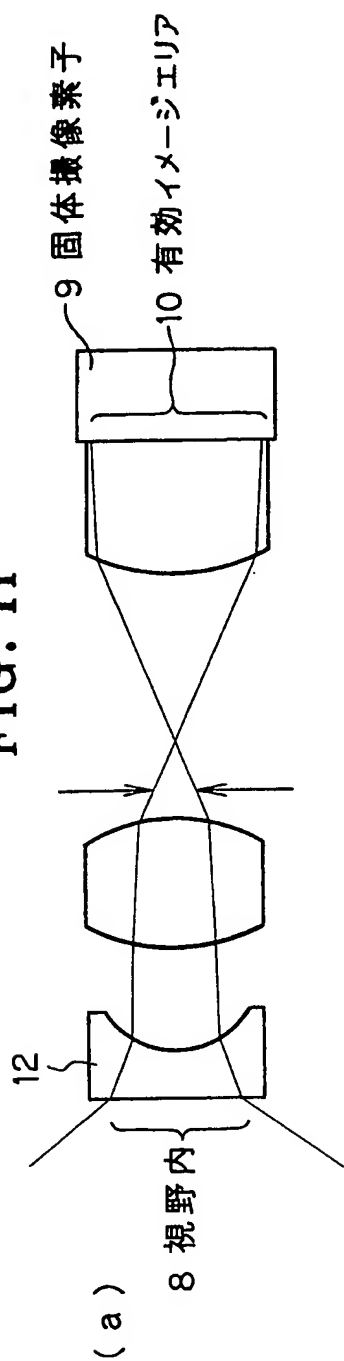


FIG. 12

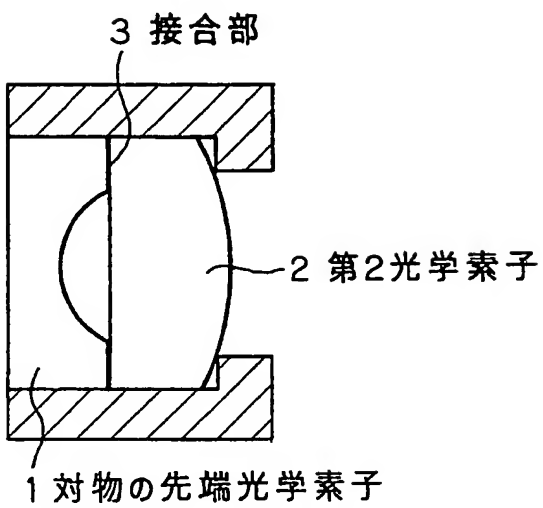


FIG. 13

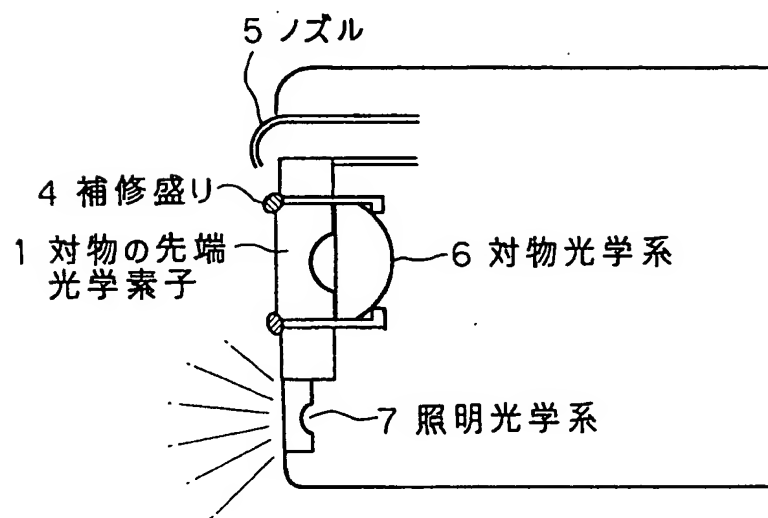


FIG. 14

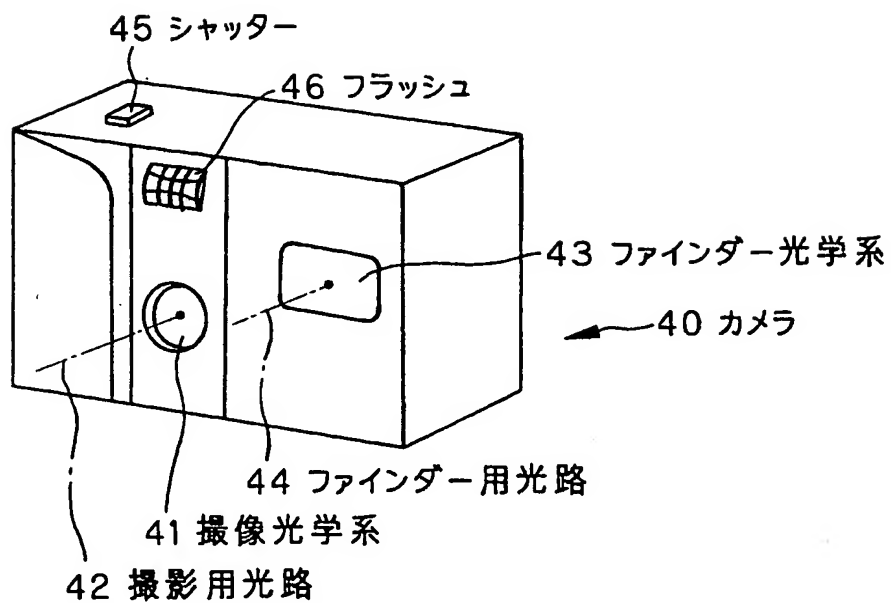


FIG. 15

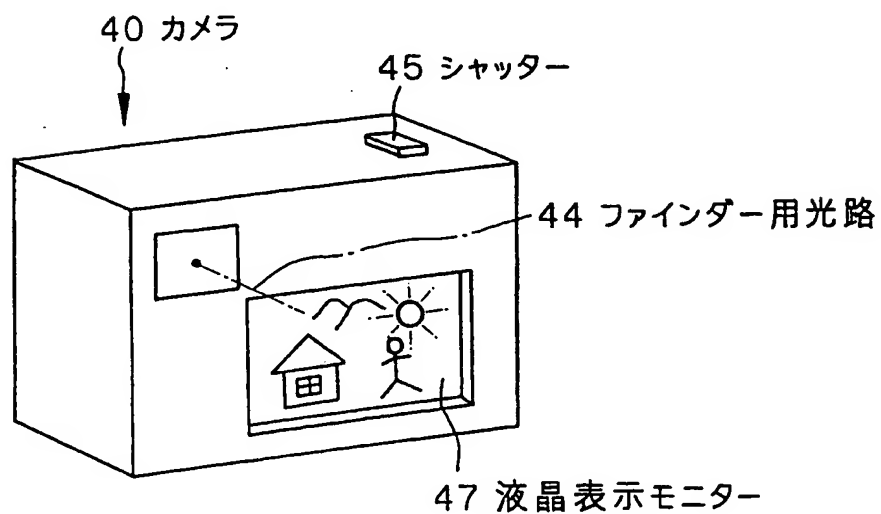


FIG. 16

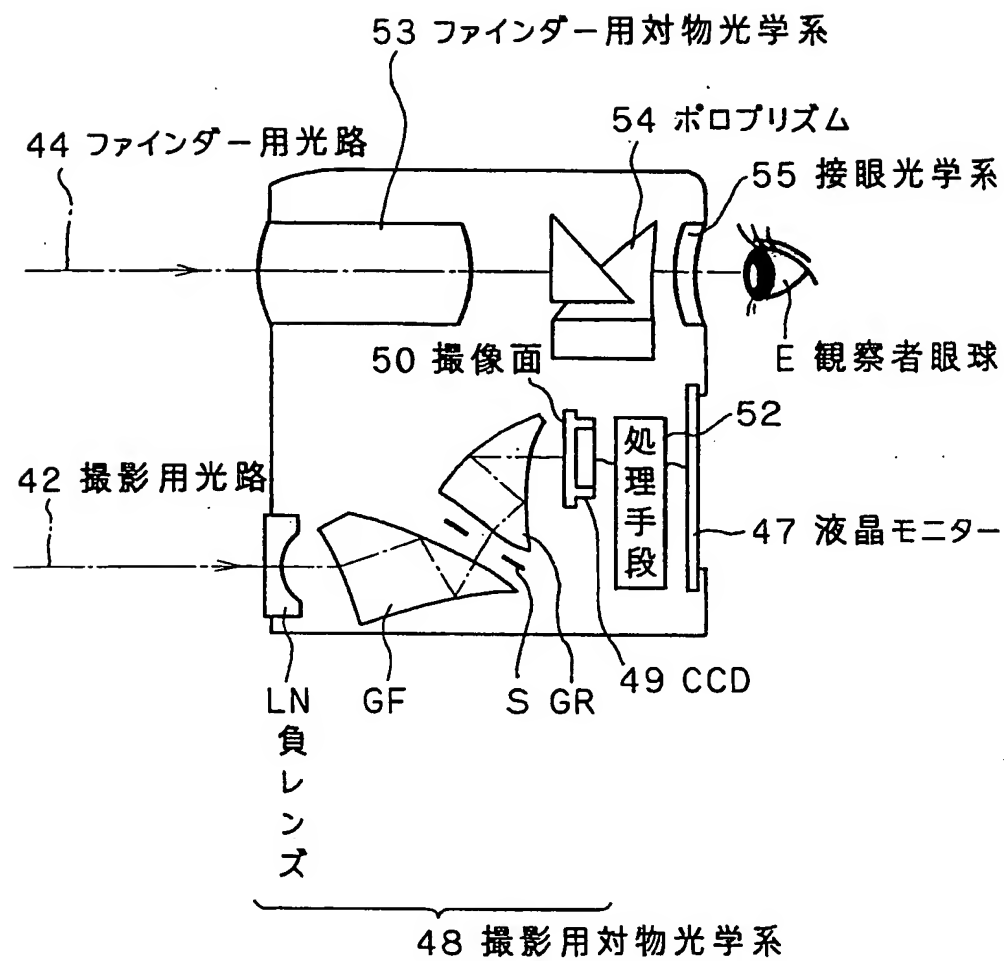
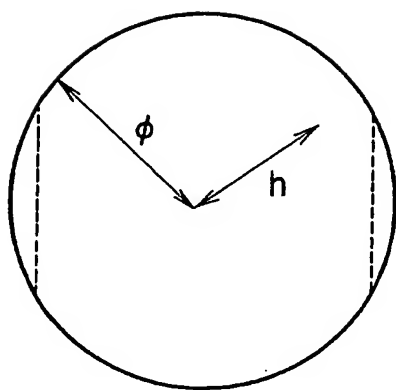
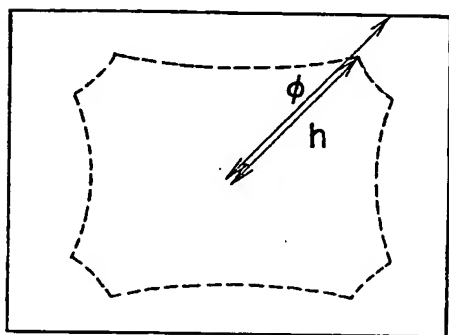


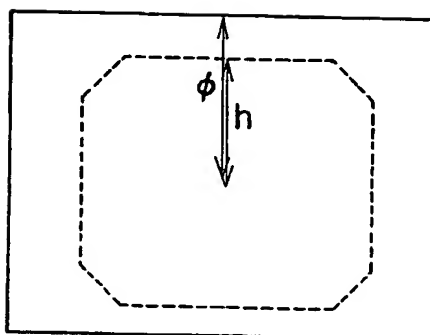
FIG. 17



(a)



(b)



(c)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/06037

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G02B 23/26 G02B 23/24 A61B 1/00 A61B 1/04 H04N 5/225 H04N 5/335			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G02B 23/24-26 A61B 1/00 A61B 1/04 H04N 5/225 H04N 5/335			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
P、A	JP、2000-299806、A (オリンパス光学工業株式 会社) 24. 10月. 2000 (24. 10. 00) 【0004】 (ファミリーなし) 日本国実用新案登録出願58-198180号 (日本国実用新案 登録出願公開60-104102号) の願書に最初に添付した明細 書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (オリンパス光学 工業株式会社) 16. 7月. 1985 (16. 07. 85)	1-14	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー			
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		の日の後に公表された文献	
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 04. 12. 00		国際調査報告の発送日 12.12.00	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 峰 祐治 印 2V 7635 電話番号 03-3581-1101 内線 6532	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	3頁12～18行、5頁10～20行 (ファミリーなし)	9、14

P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
〔PCT36条及びPCT規則70〕

REC'D 18 SEP 2001

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 OL90600N-P	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JPO0/06037	国際出願日 (日.月.年) 06.09.00	優先日 (日.月.年) 08.09.99	
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁷	G02B 23/26 A61B 1/04	G02B 23/24 H04N 5/225	A61B 1/00 H04N 5/335
出願人 (氏名又は名称) オリンパス光学工業株式会社			

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 28.03.01	国際予備審査報告を作成した日 27.08.01		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 峰 祐治 電話番号 03-3581-1101 内線 6532	2 V	7 6 3 5

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲

1-14

有

請求の範囲

無

進歩性(IS)

請求の範囲

1-14

有

請求の範囲

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲

1-14

有

請求の範囲

無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲1, 請求の範囲6, 請求の範囲9に記載された密度条件を満たす高密度固体撮像素子を用いた内視鏡の光学系において、画質の乱れの発生を防ぐために、当該各請求の範囲の後段に記載された各条件を満たすようにすることは国際調査で引用されたいずれの文献にも開示されておらず、請求の範囲1~14に記載された発明は、新規性を有する。

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 OL90600N-P	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/06037	国際出願日 (日.月.年) 06.09.00	優先日 (日.月.年) 08.09.99
出願人 (氏名又は名称) オリンパス光学工業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G02B 23/26 G02B 23/24 A61B 1/00
A61B 1/04 H04N 5/225 H04N 5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G02B 23/24-26 A61B 1/00 A61B 1/04
H04N 5/225 H04N 5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2000年
日本国登録実用新案公報 1994-2000年
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P、A	JP、2000-299806、A (オリンパス光学工業株式会社) 24. 10月. 2000 (24. 10. 00) 【0004】 (ファミリーなし) 日本国実用新案登録出願58-198180号 (日本国実用新案登録出願公開60-104102号) の願書に最初に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (オリンパス光学工業株式会社) 16. 7月. 1985 (16. 07. 85)	1-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
04. 12. 00

国際調査報告の発送日
12.12.00

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
峰 祐治 印
2V 7635
電話番号 03-3581-1101 内線 6532

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	3 頁 1 2 ~ 1 8 行、 5 頁 1 0 ~ 2 0 行 (ファミリーなし)	9、14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G02B 23/26 G02B 23/24 A61B 1/00
A61B 1/04 H04N 5/225 H04N 5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G02B 23/24-26 A61B 1/00 A61B 1/04
H04N 5/225 H04N 5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP, 2000-299806, A (Olympus Optical Company Limited), 24 October, 2000 (24.10.00), Par. No. [0004] (Family: none)	1-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 198180/1988 (Laid-open No.104102/1985), (Olympus Optical Company Limited), 16 July, 1985 (16.07.85), page 3, lines 12-18; page 5, lines 10-20 (Family: none)	9, 14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 December, 2000 (04.12.00)

Date of mailing of the international search report
12 December, 2000 (12.12.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.